



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 88 1 00726 A

[43] 公开日 1988 年 8 月 31 日

[21] 申请号 88 1 00726

[22] 申请日 88.2.15

[30] 优先权

[32] 87.2.20 [33] US [31] 017,327

[71] 申请人 霍利斯自动化公司

地址 美国新罕布什尔州

[72] 发明人 卡尔·巴黑 阿瑟·维克托·塞瑞克

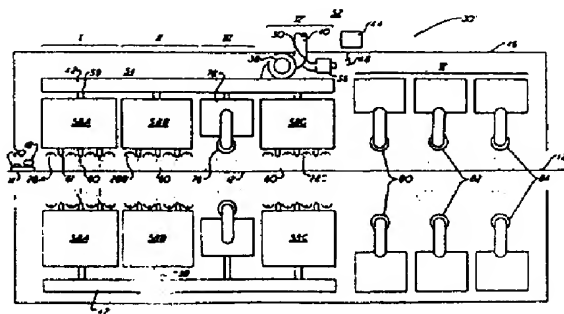
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
代理部

代理人 刘 晖

[54] 发明名称 聚焦对流软熔式焊接方法和设备

[57] 摘要

本发明提出了一种改进的焊料软熔系统，用于批量焊接电器的电子元器件，用焊料把它们固定在电路板上。该系统经红外加热，在循环增强的热空气加热和聚焦增强的热空气加热的共同作用实现焊料的软熔，其焊接质量和产量是在此以前从未达到过的。



1. 一种焊料软熔装置用来批量地将电器、电子元器件用焊料连接到电路板上，并包括以下部分：

(a) 一个预热区包括一个为直接加热上述电路板和元器件的红外加热装置，和为引导加热的气流跨过或绕过电路板和元器件的对流加热装置以保持元器件在一个基本均匀一致的溫度上，此溫度低于焊料软熔溫度；

(b) 一个焊料软熔区包括对流加热装置以引导加热气流跨过上  
述电路板和元器件，充分地提高上述电路板和元器件的溫度，以便软熔焊料预制件和/或焊膏或焊胶。

2. 根据权利要求1所述的焊料软熔装置其中在一个气体容器内包括上述预热区，同时包括一个循环装置，用此装置回收来自容器内被元件辐射加热的热气，和使该气体循环再次进入容器内，这就是上面所说的对流气体。

3. 根据权利要求1所述的焊料软熔装置还包括：

(a) 用上述的循环装置串联排列而成的加热装置，是为上述循环气体作为上述对流气体再次进入容器前提供附加热量；

(b) 温度控制装置为检验上述容器内的溫度和调整上述加热装置加热上述循环气体到达预定溫度。

4. 根据权利要求2所述的焊料软熔装置还包括：

(a) 连接在上述循环装置用来在上述循环蒸气再次进入容器之前导入冷却的外界气体并可导入外界较冷气体的装置，该装置可以与上述循环装置连接，使循环气体再进入容器之前与进入的较冷气体混合；

(b) 温度控制装置以检验上述容器内的溫度和调整上述的外界

气体和上述循环气体的混合物达到预定温度。

5. 根据权利要求1所述的焊料软熔装置还包括：

可调的喷嘴装置，用于引导一部分上述的对流气体跨过和绕过挑选出的元器件。

6. 充分加热电路板和元器件，使其足以软熔焊料预制件、焊膏或焊胶，用来批量地软熔焊接位于电路板上表面的电器和电子元器件，从而，把任何元器件电连接和机械连接到电路板上，这种方法包括下列步骤：

(a) 使上述电路板和元器件同时受到红外加热，从而预热上述电路板和元器件使之达到低于焊料软熔温度的一个基本上均匀的温度；

(b) 引导加热的气流跨过上述的电路板和元器件从而提高上述电路板和元器件的温度，以软熔那里的任何焊料预制件、焊膏或焊胶。

7. 根据权利要求6所述的一种批量软熔焊接的方法，其中，上述预热是在气体容器内进行的，还包括从容器内回收热气体的步骤，这些气体受元器件辐射而加热，并且最少有一部分回收气体如上述对流气体参加循环。

8. 根据权利要求7，一种批量软熔焊接法还包括检测上述容器内温度和加热循环气体达到预定温度的步骤。

9. 根据权利要求7，所述的一种批量软熔焊接法，还包括检测上述容器内温度和将外界气体和循环气体混合以达到预定温度的步骤。

10. 根据权利要求6所述的一种批量焊接的方法，还包括引导一部分对流的气体跨过或绕过被选用的元器件的步骤。

／／ 用焊料软熔装置批量地焊接电路板上的电器的和电子的元器件，采用的方法是通过充分加热电路板和元器件，使电路板上的焊料预制件和／或焊膏或焊胶软熔，随后，各个元器件电连接和机械连接到电路板上，其中包括：

（a）将红外能量引导到元器件和电路板上的装置；

（b）用来引导相对低速率的加热气体蒸发到元器件和电路板上的装置以便元器件有均匀的温度，并防止在不同颜色或尺寸的元器件上只是由于辐射热转换而产生的在温度上的很大差异，为了使其与上述红外能量引导装置相结合，以此预热电路板和元器件使其温度基本上达到均匀且低于焊料的软熔点。

（c）引导至少来自一个刀形气体喷嘴的相对高速率聚焦气流的装置，以提高电路板和元器件的温度，使其高于焊料软熔温度，使焊料软熔。

／2 根据权利要求1 1所述的一种焊料软熔设备，其中所提到的使相对低速率的气流指向元器件和焊料的装置包括：

（a）提供热源的装置，和

（b）引导热气流的装置，引导上述宽束流横跨或绕过元器件，使较冷的元器件加热，使较热的元器件冷却，从而把元器件稳定在基本上均匀且低于焊料软熔的温度。

／3 根据权利要求1 2所述的焊料软熔设备，是装在公共气体容器内，其中包括上述热气供给装置，该供气装置包括气体回收装置，从容器内取出经元器件的辐射加热了的热气体，并且至少有一部分回收热气体进入容器参予再循环，做为上述对流气体。

／4 根据权利要求1 3所述的焊料软熔设备还包括：

（a）加热装置与上述回收装置串联在一起，以便为上述循环热

气流提供附加的热能；

(b) 温度控制装置检测容器内的温度控制加热装置加热上述回收热气以便达到预定温度。

/5. 根据权利要求13所述的一种焊料软熔装置还包括：

(a) 外界气体导入装置，可实现与上述回收装置的连接，以便在上述热气循环气流中加入较冷的外界气流；

(b) 温控装置，测量上述容器内的温度，以便使外界气体与上述回收热气混合，从而达到予期温度。

/6. 根据权利要求12所述的一种焊料软熔装置还包括：

可调节喷嘴装置，它引导一部分上述对流气流，横跨或绕过预选的元器件。

/7. 一种批量软熔焊接方法，焊接电器和电子元器件，这些元器件分布在电路板的上表面，用在板上的焊料预制件和/或焊膏或焊胶进行焊接，包括以下步骤：

(a) 引导辐射热到电路板，焊料和元器件上使温度升高，由此使温度趋向接近于焊料软熔温度；

(b) 引导第一个较低速度的热气流横跨和绕过上述电路板，元器件和焊料，这样，较冷的元器件被加热，并且较热的元器件被冷却，从而把元器件稳定在基本上均匀且低于焊料软熔的温度；

(c) 引导第二个较高速度的加热气流，作为一个窄的极精细的气流，对着元器件和电路板，进一步把电路板上表面，焊料和元器件加热至软熔温度以上。

/8. 根据权利要求17所述的批量焊接软熔方法是在一个公共气体容器内和用上述加热步骤(b)加热至均匀的温度来实现上述的焊接，包括下列步骤：

(a) 从容器中回收热的气体，用元器件的辐射热加热；

(b) 再循环的热气体进入容器，如上述首先的较慢速度加热的气流，引导它到电路板的上表面，焊料和元器件上。

19. 根据权利要求 18 所述的批量焊接方法还包括的步骤是，引导一部分上述循环气流横跨和绕过有高温差的那些特殊元器件。

20. 根据权利要求 18 所述的批量焊接方法还包括以下步骤：

(a) 检测上述容器内的温度；和

(b) 在把气流再引入容器以前，加热再循环气流至预定温度。

21. 根据权利要求 18 所述的批量焊接方法还包括以下步骤：

(a) 检测上述容器内的温度；和

(b) 在把循环气流再引入容器以前，把外界气体与循环气体混合，以达到预定温度。

22. 一种焊料软熔装置，用焊料批量焊接电器和电子元器件，这些元器件位于电路板上并分布在电路板的上表面，通过用红外能量和热气体充分加热电路板的上表面，使焊料预制件和/或焊膏或焊胶软熔，从而把元器件电学地和机械地连接到电路板的上表面，其中上述装置包括一个输入端，一个输出端和一个电路板的输运装置，以便在上述输入端和输出端之间进行焊接，并且还包括：

(a) 予热区包括一种红外加热装置和对流加热装置，对上述电路板和元器件加热，首先使温度基本均匀而且低于上述的焊料预制件焊膏和焊胶的软熔温度。

(b) 焊料软熔区，至少有一个极精密的热气喷嘴，引导加热气流动到上述的电路板和元器件上，为的是加热电路板和元器件达到焊料的软熔温度以上。

23. 根据权利要求 22 的一种焊料软熔装置，其中上述传输装置

包括有一个基本上水平的输送带和如上所述的至少有一个极精密的喷气嘴，在上述输送通道上基本上是竖直向下的。

24 根据权利要求 2 3 的一种焊剂软熔装置，其中上述的焊料软熔区内有三个喷气嘴。

## 聚焦对流软熔式焊接方法和设备

本发明是关于把电器或电子元器件焊接到基板上的系统。具体是关于一种改进了的方法和设备，用来把电器和电子元器件成批量地和一次性地软熔焊接到电路板一类的基板的上表面和/或下表面上去。本发明特别适用于表面装配器件（SMDs）的焊接。例如把半导体芯片等元件焊到印刷电路板上。因此，本发明将结合上述应用加以描述。

为了满足近年来对仪表仪器越紧凑越好的要求，于是倾向使用又小又薄的芯片式的电子元器件，也就是采用表面装配器件，将其装在印刷电路板上，代替了通常使用的，带引线的分立型元器件。这种表面装配元器件技术的出现使电路板设计师显著地提高了功效，同时向制造工艺工程师提出了新的任务。

在这一技术方面，人们曾提出各种各样的把表面装配元器件和/或与之相关的载体成批焊接到电路板上。其中一种工艺方法是把元器件用环氧树脂等固定在电路板上，然后把电路板倒置，再使倒置的电路板和被固定的元器件与熔化的焊料接触。其作法是，例如可使倒置的电路板和固定着的元器件通过熔化的焊料驻波的波峰，从而使熔融的焊料与电路板和元器件连接处相接触。这样一种方法在发给Kenshi Kondo的第4,465,219号美国专利文件中已有描述。

还有人提出这样的建议，把表面装配元器件用焊胶或焊膏，也可以用焊料预制件等一类物品焊到电路板上。在以前的这种技术中，



表面装配元器件都是按位置装在电路板上，同时装上适用的焊料预制件或焊膏或焊胶。然后，把电路板和装于其上的元器件加热到某一温度，足以使焊料软熔。加热焊料使其软熔这一过程可以用在辐射炉一类的炉子中烘烤电路板和元器件的方法来完成。另一种方法是，把电路板和元器件放置在高温气体之中，这种气体的温度在焊料的熔点之上。这种方法应按照通常称作气相焊接或凝结焊接的方法来进行。这样的方法在第3,866,307号及4,321,031号美国专利中有所描述。以上两个专利只是作为例子而举出的。辐射加热软熔焊接和气相（凝结）焊接，尽管这两种工艺技术都有其各自的缺点，但却曾经获得一定程度的商业上的成功。辐射加热软熔焊接技术有可能使元器件过热，从而损害对热敏感的元器件。辐射加热软熔焊接工艺还容易发生所谓视线遮蔽和／或由于元器件有不同的光学和物质特性引起热吸收上的差异，从而在很多应用上不能完全令人满意。另一方面，在凝结式焊接法中用来产生蒸气的液体的价格十分昂贵，而由液体热分解生成的产物对于人体的健康是十分有害的。此外，无论辐射加热还是凝结焊接工艺技术都要求有较长预加热时间，以及变换产量的预备时间。

名称叫作“用于批量连续软熔焊接的方法和设备”是一个号码为4,600,135的美国专利，它被授予Matthias F Comerford。该专利转让给本申请的共同授让人，它公开了一个经过改进的批量焊接系统装置，该系统克服了存在于先有技术中的上述和某些其他缺点，同时还能作到在一次性软熔焊中，把元器件焊接到印刷电路板的两个面上。更具体地说，按照Comerford专利的焊接系统，一个在上面和下面都装有元器件的电路板，首先要经受第一次批量焊接操作，使电路板的下表面及装在此面上的元器件在第一次通过中与熔融的焊料

驻波波峰相接触。这第一次批量焊接操作，据报导也给了电路板相当多的热能。这些热能通过热传导给了电路板的上表面。然后把更多的热能加热到电路板的上表面，以便软熔预先加在电路板上表面上的焊膏或焊胶或焊料预制件。这个Comerford 焊接系统专利包括一个助焊剂站。在这里可以给电路板下表面涂上助焊剂焊药。还有一个预热器，在这里，使涂上去的助焊剂活化并使电路板作好焊接的准备。还包括一个第一批量焊接站，在这里，使印刷电路板的下表面与熔化了焊料池相接触。这个设备还包括一个第二批量焊接站，在这里，预先加在印刷电路板上面的焊膏或焊胶或焊剂预制件可以得到加热以便使之达到软熔。在Comerford 焊接系统专利的一个最佳实施方案中，第一焊接站包括一个波峰焊接装置，这个装置包含两个成波焊料池，这个成波池包括一个第一喷嘴，用以形成一个双向波，及一个第二喷嘴，用以形成一个基本上是单向的波。第二批量焊接站包括一个对流加热装置，该装置具有一个或多个受热喷嘴，用来把经过加热的流体基本上以垂直向下的方向喷射到电路板的上表面。在该发明的一个特别好的实施方案中，受热流体本身包括了加热的空气。最后要使Comerford 专利的焊接设备得以完善，就是在第一批量焊接站和第二批量焊接（软熔）站之间加上一个把待焊电路板排列成行依照时间顺序进行运送的装置。

Comerford 专利的批量焊接系统已被组装成为批量焊接装置。在Hollis 自动化公司有供应，并被认为是一个重大的进展和对批量焊接技术作出了很大贡献。上述Comerford 专利的批量焊接系统虽然可以被用来从事批量焊接只带有表面装配元器件的电路板的工作，但当用来从事焊接没有引线的元器件的电路板时，Comerford 专利的批量焊接系统却显得过于复杂。

因此，本发明的一个主要目的就是提供一个批量焊接系统，也就是说，提供一种装置和方法，克服上述技术中存在的问题。

本发明的另一个目的是，提供一个改进的设备和方法，以便更好地把元器件用批量软熔焊接法焊到电路板上。

还有一些其它的目的，这些目的将会明白地呈现出来，其中一部分将在以下谈及。

本发明包括由几个步骤组成的工艺过程，以及这些步骤彼此之间的相关顺序，本发明中还包括具有某些特征和性质的设备，该设备的特征、特性和元件的相互关系将在以下的详细描述中具体说明。申请所要求的保护范围，将在权利要求中指出。

在以下的对本发明的详细描述中，“元器件”这个词是指通常被称作表面装配的电子元件或器件，如半导体芯片，以及与其一起使用的载体。名词“元器件引线”这个词是指电器或电子元器件的金属导线的那一部分，该部分使元器件与印刷电路板上的图形相连接。名词“焊接区”这个词用在此地是指印刷电路板上的金属图形的那一部分，该部分用焊料与元器件或元器件的引线相连接。在这里，参考电路板印板面使用的名词“上表面”和“下表面”是指印刷电路板上彼此相对的两个表面，所谓的“上”和“下”分别代表电路板处于空间的方位，即当其在本发明的设备中进行加工时所处的位置。这里用的“批量软熔焊接”一词的意思是指那种焊接技术，该技术利用使预先放置的焊料预制件或预先涂敷的焊膏焊胶产生软熔，从而达到使元件和电路板连接的目的。在这个文件中所用的有关对流加热方法的名词“强制对流”的意思是想区分用在本发明中的强制推动的对流加热方法与自然的对流运动。在有关的对流加热方法方面，本发明用的名词“较低的速度”和“较高的速度”都是相对而言的意思。

本发明所提供的的是一个新颖的系统，也就是说，所提供的设备和方法，用于把表面装配元器件以软熔焊接方式，在一次性的通过中，实现与电路板的一面或两面的连接，从而达到元器件和电路板间机械上的和电学上的连接。

更具体地说，按照本发明可以得到一种焊料软熔焊接系统，用于把电器和电子元器件批量地焊接到电路板上，即可以固定在电路板的一面，也可以固定在它的两面，方法是把元器件和电路板充分加热，使预先放置的焊料预制件和／或焊膏或焊胶发生软熔，加热用的是几个热源的组合，其中包括一个第一加热区，该区包括一个红外加热器和一个较低速度强制对流热气加热器，用以对电路板和元器件进行预热，使被预热的电路板和元器件的温度达到一个刚好低于焊料的软熔温度。本发明的设备中还包括一个第二加热区，该区包括一个较高速度强制对流热气加热器，用以将电路板和元器件的温度进一步提高到足以使其上的焊料发生软熔的程度。在本发明的一个较佳实施方案中，第一加热区中的红外加热器所产生的热量至少有一部分被俘获并参与到热气流对流中的循环。最后使这个系统达到完备的是电路板的运输装置，该装置把排成行准备进行焊接的电路板，按照定好的时间顺序在第一加热（预热）区和第二加热（软熔）区之间进行传送。

为了更全面地理解本发明的目的，应当参阅以下的详细描述，同时还要参阅附图，在这些附图中相同标号指的是相同的部件。

图 1 是本发明的批量焊接系统的示意图，表示的是该系统的侧视图。

图 2 表示的是图 1 所示的批量焊接系统的<sup>1</sup>俯视图的一部分。

图 3 表示的是图 1 所示的批量焊接系统的一个端视图。

图 4 是电路板的上表面的时间／温度变化曲线的测量结果，当该

电路板通过按照本发明给出的方法进行操作的图 1 至图 3 所示的批量焊接系统时，其上表面的时间与温度的变化就如图 4 所示的形状。

图 5 表示的是按照本发明给出的操作方法取得的加热效果，这是一个经过简化和放大的图。

参看图 1 至 3。一个印刷电路板 1 4 在插入口（未画出）处被装入，该电路板的上表面 2 0 上有若干个电器和电子元器件 1 8。为了讲解方便起见，图中所示的这些元器件只装在电路板的上表面上。但是从下面的描述中可以清楚地看到，本发明对于一个电路板的上表面和／或下表面的软熔焊接元器件的效果是完全一样的。电路板 1 4 包括一个绝缘的布线板，在板的上表面 2 0 上有一个或多个印上去的金属导线（图中未画出），各元器件 1 8 按一定方式暂时安放在电路板的上表面上的适当位置，使用预先涂敷在元器件引线上和电路板的焊接区上的焊膏一类焊料，使元器件附置在电路板上。若是需要的话，也可以用环氧树脂一类的粘合剂涂在元器件本体上以便把元器件暂时固定在电路板上。

然后，把载有元器件的电路板放在一个运送带 2 2 上，以便其通过软熔焊接设备。依照本发明通常如在 3 0' 所示的情况下，软熔焊接设备 3 0' 包括一个预热区，这个区又包括几个用罗马数字 I 到Ⅹ表示的加热管理区，这些数字分别对应图 4 中的温度变化曲线和几个热管理区。下面将进一步描述。软熔区用罗马数字Ⅶ表示。如将在以下描述的那样，把软熔设备 3 0' 分成几个热管理区便能对加热进行控制，从而得到所需要的温度上升曲线，并使温度更加稳定。这样，就能避免各别元器件被加热过头和／或加热不足。

更具体地说，参看图 1 至 4 以及下面所作的详细描述，可知在预热区 I 中，加热主要是由一个红外（I R）热源来进行的，只有很少

或甚至没有补充性的对流气体加热。在预热区Ⅱ中，除红外加热外，还有一较低速度的热气对流加热来加以补充，从而维持着越来越高的温度上坡，同时还部分地起着调匀由于光反射，遮蔽，以及元器件相互之间不同的密集程度所造成的不同红外吸收率导致的温度差异。在预热区Ⅲ中，加热主要是由较低速度的经过加热的气体的对流加热来进行的，而红外加热则是可有可无的。预热区Ⅲ有利于进一步提高温度，造成一个温度上坡，同时还能继续调匀元器件的温度，消除温度差，并实现元器件温度和空气温度间有效的平衡。预热区Ⅳ也利用较低速度的热气对流加热来提高电路板和元器件的温度，使其温度恰好低于使焊料产生软熔的温度。最后在软熔区Ⅴ中，加热是由一个或几个高温气流束来进行的。这些气流束造成一个有较高速度的对流性气流加热，把元件和电路板的上表面的温度提高到使焊料发生软熔的温度以上。

让我们回到图 1 至 3。现在详细讨论本发明的设备中的几个热管理区。

在有些情况中，空气以外的其它流体也可以用作高温气体工质，从事对流加热之用。这种情况应当被认为属于本发明的范围和精神之内。但是，一般来说，较好的工质就是空气。更具体地说，本发明中的设备包括一个用电力驱动的鼓风机 38，其速度是可变的。鼓风机接在其进风管 40 和一个强制供风系统 42 之间。该强制供风系统又向各种更小的供风系统和喷嘴输送空气。这些将在下面作详细的描述。

在本发明的一个较佳实施方案中，有一个控制系统 44 专门接收来自设在软熔部 30' 的箱盒 46 中的温度传感器送来的输入信号。这些传感器由传感器 48 作为典型来代表。更好的作法是把温度传感器



安置在每个强制送风系统内部。温度传感器以及使用它们的控制系统的类型，在这一技术领域内都是为人所知的，也都是可买得到的；因此，为了简明和避免本文变得冗繁起见，对这些将不作详细地描述。

控制系统 4 4 在运行上控制着鼓风机 3 8 的速度。有一个风门 5 0 控制着来自外界空气的 5 2 和来自箱 4 6 内的参与循环的空气 5 4 的混合。参与再循环的空气被泵入强制送风系统 4 2 中，用一个或几个风门或阀门（未画出）来控制各个高温气流的流量和温度，这些气体是流向各个出口喷嘴的。这些将在下面详细地加以描述。此外，当箱内的空气 5 4 的温度不足以达到所要求的目的时，还可以有选择地用一个串联的加热器 5 6 来进一步给系统加热。

图 2 中所示的俯视图表示了预热区 I，II，III 的一个典型的安排，这一安排也同样表示在图 3 所示的端视图中。一对对相隔一定距离的压力送风系统 5 8 A，5 8 B，5 8 C 布置在传送带 1 2 的上方和下方，传送带装载着印刷电路板 1 4。压力送风系统 5 8 A，5 8 B，5 8 C 通过入口 5 9 自供风系统 4 2 得到对流空气 6 0，它们上面有若干个向上的和向下的喷嘴 6 1。高温空气 6 0 自这些喷嘴中喷出并流过正在中间穿过的印刷电路板 1 4 的扁平面。一个较好的但不是必需的作法是把这些喷嘴 6 1 布置在相隔一定距离的红外加热器 2 8 A，2 8 B，2 8 C 之间并与之并排的位置上。后者最好包括石英灯，高密集型加热器等通常用于批量焊接系统中作为红外预热器之用的那些设备。同样，侧面压力送风系统 6 3 A，6 3 B，6 3 C 都布置在传送带的两边，并也使其从高温供风系统 4 2 通过入口 6 2，得到对流空气 6 0 的供应。高温空气可以用设在接近箱体 4 6 端头的适当装置（图中未画出）加以回收，使其再次循环使用。另一种办法是把侧面的供风系统变为回风管路。

预热区中的一排或多排红外加热器 28 A, 28 B, 28 C 都可以互不相关地进行操作, 各有各的互不相关地反馈控制。在本发明的一个较佳实施方案中, 预热区包括有六排彼此分开进行控制的红外加热器, 其中三排布置在电路板穿行路线的上方, 另外三排布置在穿行路线的下方。与此类似, 送风系统 58 A, 58 B, 58 C 和 63 A, 63 B, 63 C, 也都是这样地布置, 从而使自这些系统出来的空气流和空气温度都能单独地加以控制。在本发明的一个特别值得考虑的较佳实施方案中, 处在串联的送风系统最先一个的 58 A 和 63 A 喷出空气的温度有意的调节得比电路板和元器件希望达到的温度略微低一些, 为的是强制使温度调匀起作用。在预热区 II, III, IV 中, 送风系统出的空气的温度可以等于或略微高于电路板和元器件在预热中所希望达到的目标温度。

通过以上安排所取得的效果安排在图 5 之中。高度较低的元器件 66 被高度较高的元器件 68 遮蔽了光线, 因而得不到足够的红外辐射, 这种情况在图 5 中有直线 70 来表示。假设有一个起屏蔽作用的元器件 68, 它吸收红外辐射, 也将其热量向外辐射, 其情况有如波形线 72 所示。虚线表示的是对流空气 60, 气流在元器件 66, 68 的上方, 下方, 前后左右和元器件之间。气流从那些过热的, 向外辐射热量的元器件取得热量并使其冷却下来。另一方面, 气流又将热量转移给那些温度较低的, 受热不足的元器件。这一切的总效果就是使电路板 14 和元件 66, 68 的整个温度分布趋于稳定, 并使其接近于空气 60 的温度。

这样, 一方面利用控制鼓风机 38 的速度和/或另一方面控制外边空气 52 和里边空气混合物以及作为必要条件的对串联的加热器的控制, 就能达到所希望的温度分布曲线。



如图 2 所示，可按照情况需要设置一个或几个可调节的喷嘴组合 7 4，使其从供风系统得到高温空气 6 0，并把高温空气有选择地喷向那些在某一特定焊接操作中特别有麻烦的元器件。这样一来，选定的元器件可以有选择地对其进行冷却或加热，这样就能达到电路板上各个元器件的更为均匀一致的温度。这样一来就补偿了由于不同的光反射率、遮蔽和元器件不同密集程度所造成的不同元器件不同的红外吸收的问题。精通这一技艺的人都知道，虽然在这里为了简明起见即没有专门画出，也没有加以描述的那些用于每个预热区 I，II 和 IV 的机构都可以按照某个特殊操作的需要单独地进行泵入、混合、和/或在单独温度控制之下进行加热。

预热区 III 中的高温空气束 7 6，最好是使其造成一个比预热区 I II 和 IV 中用的气流有着更高速度的高温空气流 6 0。若是需要的话，还可以在预热区 III 的送风系统 7 8 里边，装一个单独的加热器。

加热区 V 包括有按照本发明制成的焊接系统的软熔部分。在本发明的较佳实施方案中，加热区 V 包括有三个可以独自进行控制的高温空气束 8 0，8 2，和 8 4。这些高温空气束在构造上与颁给 H Harold T. O'Rourke 的第 4, 410, 126 号美国专利所讲的高温空气束的结构是相似的。上述专利是转让给其共同受让人。高温空气束 8 0，8 2，8 4 都比前述在预热区 I 至 IV 中用的高温空气喷嘴在更高的温度和流速下工作。与预热区 I 至 IV 中的高温空气喷管不同的是——这些喷管主要是用来提高热均匀度——预热区 V 中的高温空气束的设计和使用主要都是为了输入更多的热量以显著和均匀地提高电路板和元器件的温度，使其温度高到足以使电路板上的焊膏，焊胶和/或焊料预制件发生软熔的程度。这样虽然在预热区 I 至 IV 中，空气的温度范围通常约自室温至大约 350° F，但用在软熔区 V 中的

高温空气的温度范围大约应当在  $350^{\circ}\text{F}$  至  $900^{\circ}\text{F}$  或更高。

用在预热区 I 至 IV 中的空气温度在有些应用中可以有较高一些的温度，例如可以高达大约  $500^{\circ}\text{F}$  或甚至更高一点。但是由于预热区 I 至 IV 中所用的空气流速较低，自运行在那样较高的温度输入的热量通常将不足以使预热区 I 至 IV 中发生软熔。气流速度可以从经验上加以调节以便预热区 I 至 IV 达到所需的温度均匀性，并使加热区 V 能够实现所需要的软熔。实际上，气流速率与很多因素有关，其中包括目标温度，红外加热器输入的热量，空气束或空气喷嘴的个数，大小，形状和间距，环境温度以及工作的负荷度。一般来说，为了本发明的目的，已经取得了良好结果，在操作较低速度对流加热装置时，可以把在空气喷嘴和空气束出口处量得的气流速度自大约每秒 10 呎调到大约每秒 50 呎，同时把较高速度的对流加热装置中的气流速度调到在喷嘴和空气束出口处量得的大约高于 50 呎每秒的速度。

最初的实验表明，本发明使用的温度均匀化能够改进工艺运行通过量，把对于一个纯红外软熔系统正常具有的 1.0 到 1.5 fpm (呎/分钟) 提高到至少 2.5 到 3.5 fpm。此外，从前面的描述中还能很容易地看出，预热区 I 至 IV 所达到的温度均匀化能够有实效地消除由于热冲击和过热给元器件和电路板造成的损害可能性。

为了取得更好的对元器件和电路板上表面加热的均匀性，可以使预热区中的高温对流气体弥散到所有部位，流动速度可以较低，以协同配合红外预热。高温对流空气的低压强和低流速造成了元器件和电路板表面有着更好的温度分布。很明显，在预热区 I 至 IV 中的对流性气流应以足够大的速度流过电路板和元器件，以使其表面温度分布更为均匀，但气流速度也不应过高，使元器件受到扰动。这样，对流性空气流就降低了那些红外吸收性强，使其温度较高的元器件的温度，同时提高了那些

红外吸收性差因而温度较低的元器件的温度。

本发明的一个特征和优点是本发明的系统借助于使本系统内部的红外辐射给出的热能进入本系统的再循环。但是，如果再循环的空气的温度达到了一个稳定状态，该温度高于为了预热或软熔焊接所需要的温度范围，就可以很方便地引入外界空气来补充，添加外界空气可以通过一个有热敏电阻控制的风门进口来进行。如果需要，可以用集合进气管内的热源提供热量。

如上所述，软熔区 V 有一个或许多个热空气束流，流体导管，狭槽喷嘴等，如 80，82，84 所示，从那里喷出一股压力比较高的热流，如热空气流，它指向电路板的上表面。在某些特殊的情况下可以使用单一的空气束流，然而实验发现，最少用两个或者更好三个空气束流用来达到所要求的热均匀调节，同时达到好的焊接软熔。此外，我们发现当许多热空气束流被用于软熔区 V 时，控制第一个热空气束流使其给好处处于一般的焊料软熔温度或稍微低于软熔温度则可以进一步提高热均匀性。在这种情况下，剩余的热空气束流 82，84 应适合于把空气预热到  $400^{\circ}\text{C}$  的温度以便提供必要的热能使达到软熔温度。当然，82，84 热空气束流应达到足以提供所希望的热传导的速度，以便提供足够的热输入实现软熔焊接，同时，这也将取决于元件密度等因素。

实际工作温度将根据所使用的特殊合金焊料而变化。

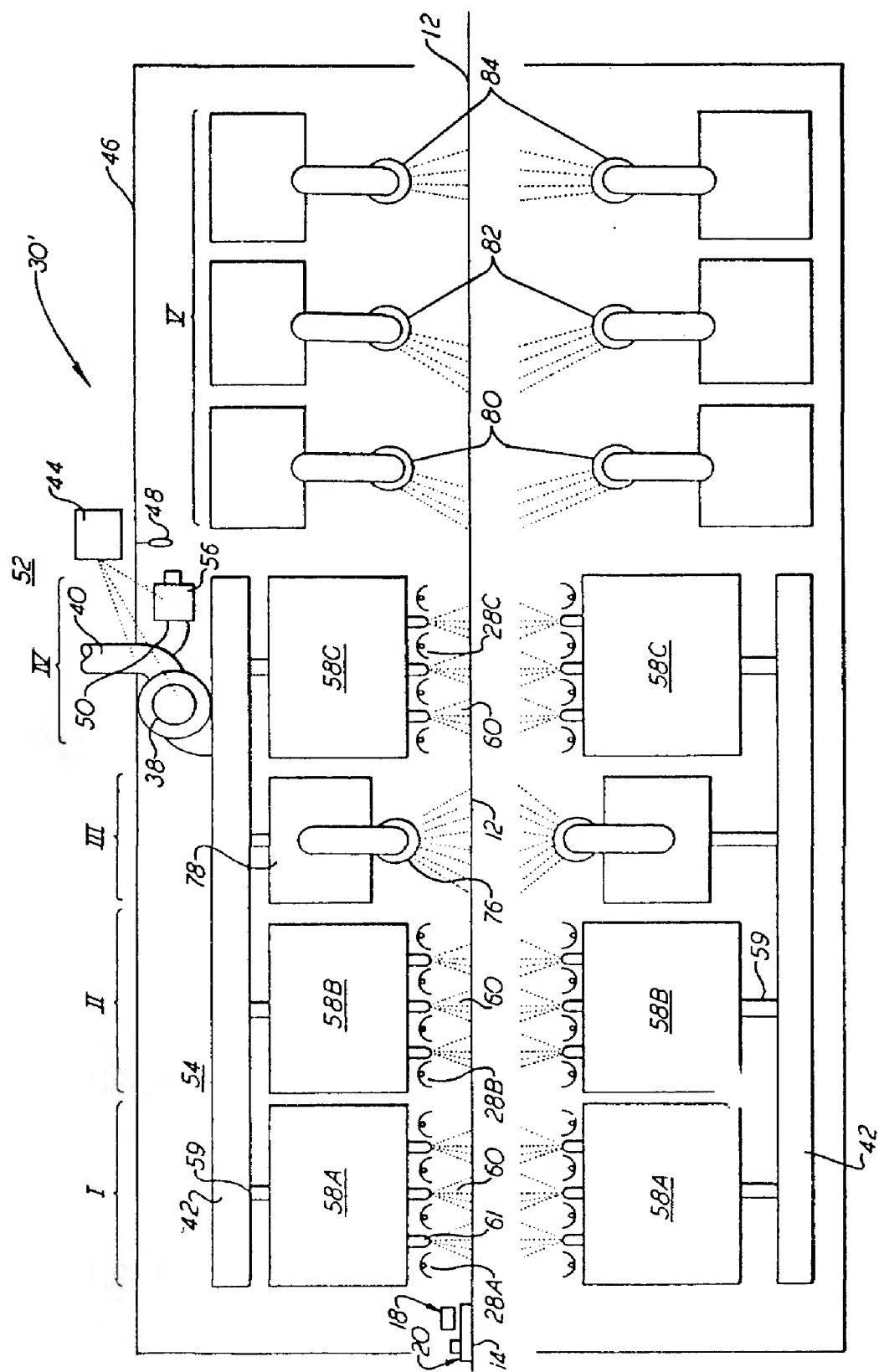
完成设备是一般表示为 12 的传送系统。后者具有传统的结构和包括一套有一定间距的传送轨道的适当的传送装置（没有示出）。传送系统 12 最好是在一个基本上水平的面内运转，使得被传送器 12 所携带的加工板是沿着基本上水平的运行轨道传送。在水平模式内操作，将在线路板的上表面可能出现的元器件移动问题减少到最低限度，

同时简化装卸运转。

本发明的一个特殊的特征和优点是在软熔工艺中电路板上元器件表面得到均匀加热产生基本上相同的温度，不受元器件温度和各种色彩的反射特性，遮蔽和嵌套等等的影响，所以对元器件提供更均匀的加热和焊接和排除各别元器件出现热损伤的可能性。本发明的其它特征和优点包括，由于浮获热能和红外加热空气的循环而提高热能的效率，去消昂贵的有潜在危险的化学药品，例如蒸气软熔焊接系统所需要的化学药品。此外，本发明在出现可能损坏电路板的情况下为了消除或者至少大大减小这种损坏能紧急停机，允许简易而速迅地维护和修理。允许迅速地调整整个系统的温度以便预热和产品转换能够快速而简便地完成。此外，根据本发明，由集中的对流加热空气迅速完成的软熔，由于处在软熔温度的时间极短，可以最大限度地降低在接缝处金属间化合物的生长。

在以前的发明中，可以做不同的改进。例如，红外加热器可以安装在第Ⅴ软熔区，以提供附加的热输入。红外和对流加热器的组合物也可以有利地使用于Comerford的4,600,137号美国专利批量焊接系统中的温度均匀化中。同样，如所希望的，在第Ⅴ软熔区之后可以紧接着装上强迫冷却装置。

按照本发明还可以做其它的一些改变，而不因此产生本质上或范围上的不同。因此，我们希望将包括在上面所描述的或表示在附图中的所有内容根据其说明来理解而不是在限定的意义上来理解。



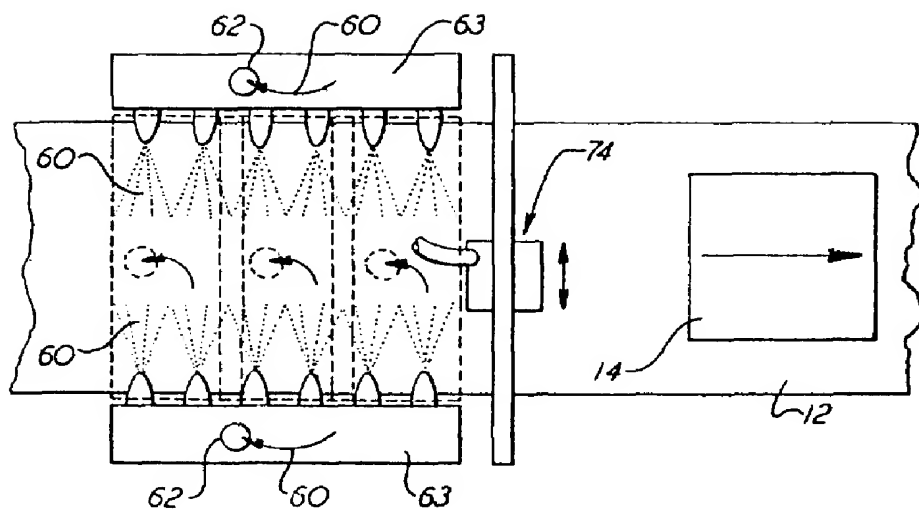


图 2

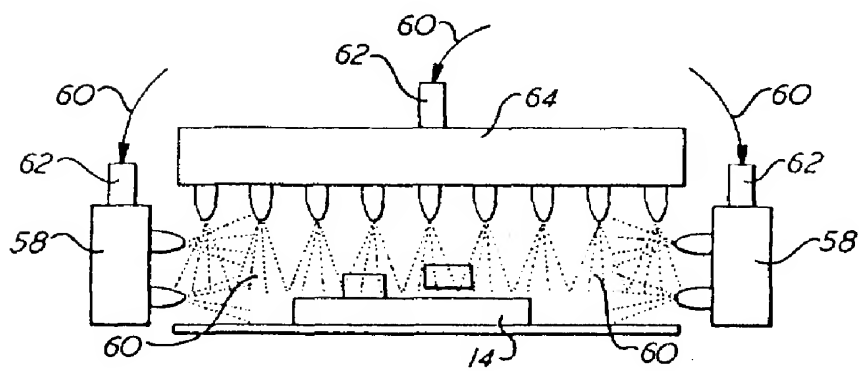


图 3

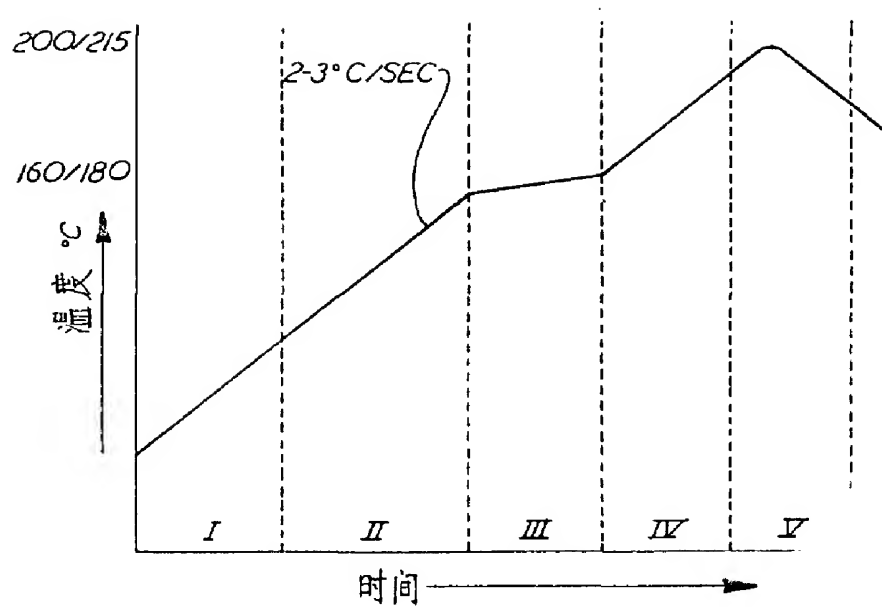


图 4

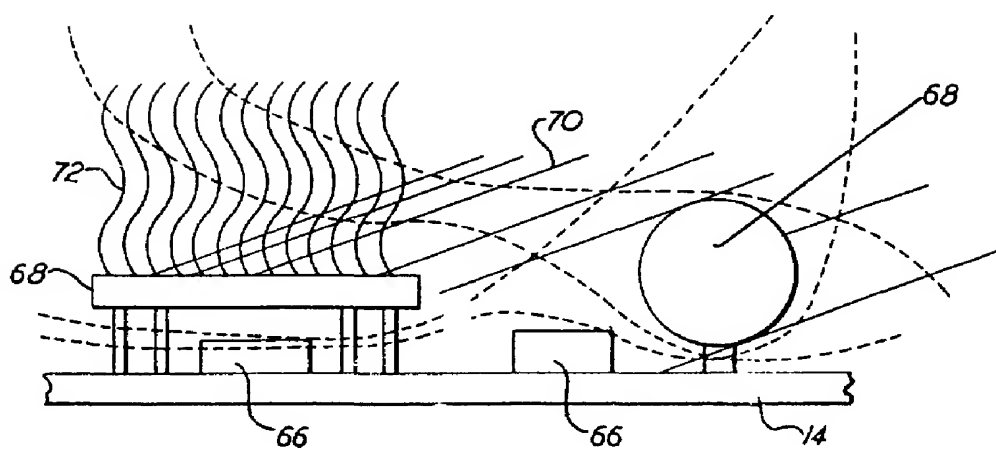


图 5